

# МЕХАНИКА ФЛУИДА Б

## Мировање (статика) флуида

1. Полазећи од услова равнотеже произвољно изабране запремине флуида која се налази у стању мировања, извести Ојлерову диференцијалну једначину којом је описано то мировање.
2. У изабраном координатном систему, нестишљив флуид се налази у стању мировања. Поље масене силе је дефинисано изразом

$$\vec{f} = (2x - 1)\vec{i} + (2y - 1)\vec{j} - 10\vec{k},$$

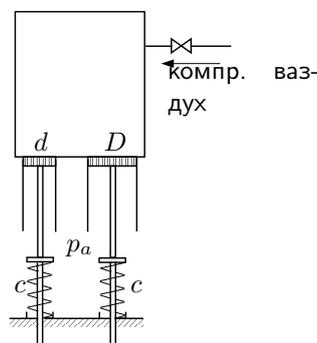
где су координате  $x$ ,  $y$  и  $z$  изражене у метрима. Познато је да је притисак у координатном почетку једнак атмосферском притиску  $p_a$ . Одредити закон расподеле притиска у флуиду.

3. У једном делу стратосфере, температура ваздуха се може сматрати константном. Показати да је однос притисака ( $p_2/p_1$ ) на висинама  $h_2$  и  $h_1$  у стратосфери одређен изразом

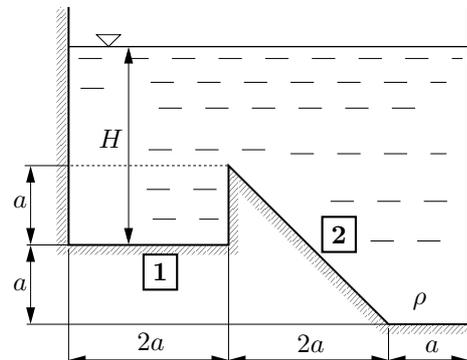
$$\frac{p_2}{p_1} = \exp\left[-\frac{g(h_2 - h_1)}{RT}\right].$$

Напомена:  $\exp x \equiv e^x$ , тј.  $\exp(-x) \equiv e^{-x}$ . Ваздух сматрати идеалним гасом.

4. Познајући израз за расподелу притиска у Земљиној атмосфери, барометри се такође могу користити за мерење промене надморске висине. Ако је на некој висини  $z_1$  барометар показивао притисак  $p_1$ , а на висини  $z_2$  показује  $p_2$ , извести израз из кога се може одредити разлика надморске висине та два места. Притисак и температура на нивоу мора су  $p_0$  и  $T_0$ . Поздравумевати да се оба места налазе у подручју тропосфере, у коме се температура мења по линеарном закону  $T(z) = T_0 - \gamma z$ .
5. Цилиндрични суд испуњеном ваздухом спојен са резервоаром у коме се налази компримован ваздух. На дну суда се налазе два клипа пречника  $D_1$  и  $D_2$ . На клипњачама се налазе опруге једнаких крутости  $c$ . У почетном тренутку у суду влада атмосферски притисак  $p_a$ . Какав ће бити однос померања клипова  $x_1/x_2$ , ако се у суд убаци компримовани ваздух? Да ли тај однос зависи од вредности притиска компримованог ваздуха?



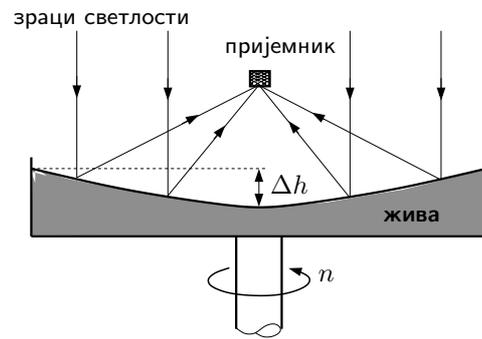
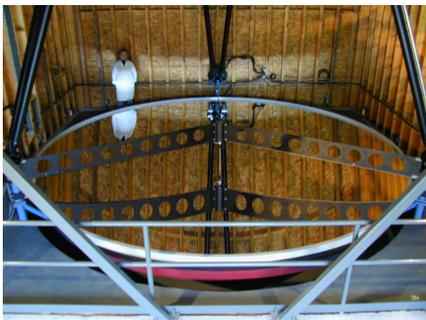
Слика 1. Пети задатак



Слика 2. Шести задатак

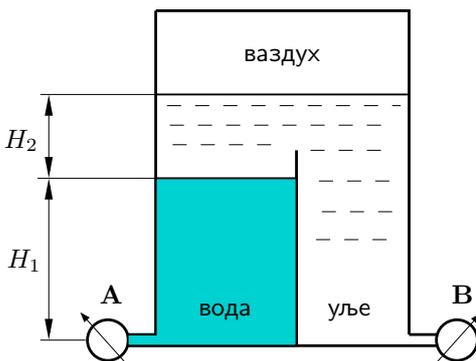
6. Резервоар приказан на слици је ширине  $b$  (управо на раван пртежа). У резервоару се налази течност густине  $\rho$ , у стању мировања. Дно резервоара се састоји из четири површи, две хоризонталне, једне вертикалне и једне закошене површи. У главном фокусу су две површи, означене са 1 и 2.

- (а) Нацртати расподелу елементарних сила притиска на тим површима.  
 (б) Одредити однос резултујућих сила притиска  $F_{p,1}/F_{p,2}$  који делују на тим површима.
7. (а) Полазећи од диференцијалног облика Ојлерове једначине мировања флуида, извести закон расподеле притиска у течности која се налази у суду који ротира константном угаоном брзином око своје вертикалне осе.  
 (б) Веома интересантна примена понашања течности у условима дефинисаним под (а) је у астрономији, тј. у конструкцији телескопа. Тада се слободна површ течности користи као огледало телескопа! Најчешће се због веома изражене особине рефлексije користи жива. Тренутно највећи телескоп тог типа (The Large Zenith Telescope) се налази на Универзитету Британска Колумбија у Ванкуверу. Његов пречник је  $D = 6\text{ m}$ , и суд у коме се налази жива ротира са  $n = 8,5\text{ ob/min}$ . Израчунати колико је растојање  $\Delta h$  између центра и ивице овог огледала.

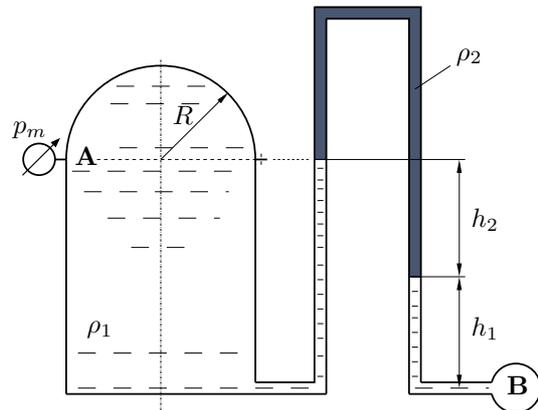


Слика 3. Огледало великог Зенит телескопа (лево) и поставка проблема 7 (б).

8. У суду са преградним зидом налазе се вода ( $\rho_1 = 1000\text{ kg/m}^3$ ), уље ( $\rho = 900\text{ kg/m}^3$ ) и ваздух у коме влада апсолутни притисак  $p = 180\text{ kPa}$ . Ако је показивање манометра А  $p_{mA} = 100\text{ kPa}$ , висина  $H_1 = 1\text{ m}$  и атмосферски притисак  $p_a = 1\text{ bar}$  одредити: (а) висину  $H_2$  (б) показивање манометра (натпритисак  $p_{mB}$ ).



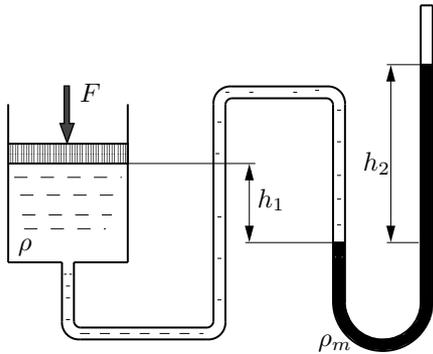
Слика 4. Осми задатак.



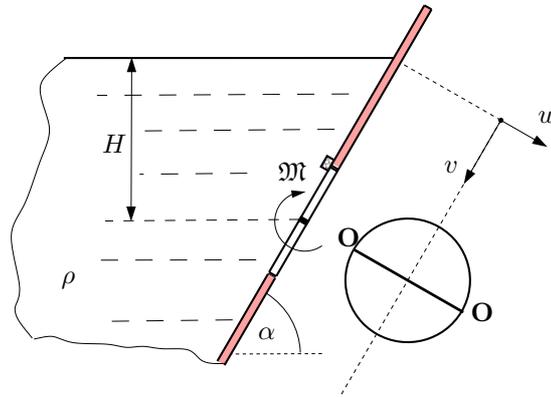
Слика 5. Девети задатак.

9. Затворени цилиндрични суд са полусферним поклопцем полупречника  $R = 1\text{ m}$  помоћу обрнуте U цеви је повезан са цеви В у којој се налази течност у стању мировања (цев је постављена управно на раван цртежа). У једном делу U цеви налази се ( $\rho_2 = 800\text{ kg/m}^3$ ), док се у осталим деловима система налази вода. ( $\rho_1 = 10^3\text{ kg/m}^3$ ). Ако је показивање манометра у тачки А  $p_m = 60\text{ kPa}$ , а висине стубова течности  $h_1 = 3\text{ m}$  и  $h_2 = 2\text{ m}$  : (а) вредност натпритиска у цеви В и (б) силу притиска која делује на поклопац суда.

10. Испод клипа занемарљиве тежине и пречника  $D = 300 \text{ mm}$  налази се вода ( $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$ ). На цилиндар је повезана отворена U-цев за живом ( $\rho_m = 13600 \text{ kg/m}^3$ ), како је приказано на слици 2. Ако су показивања  $h_1 = 60 \text{ mm}$  и  $h_2 = 100 \text{ mm}$  колики је интензитет силе  $F$  којом се клип одржава у равнотежи.

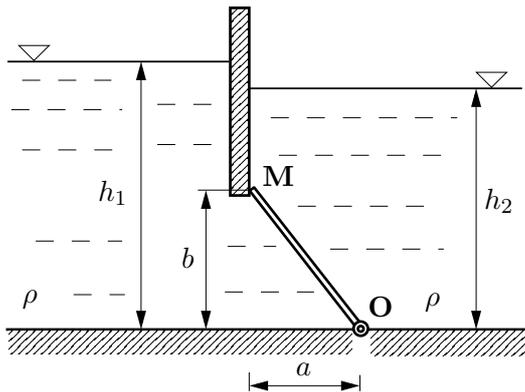


Слика 6. Десети задатак.

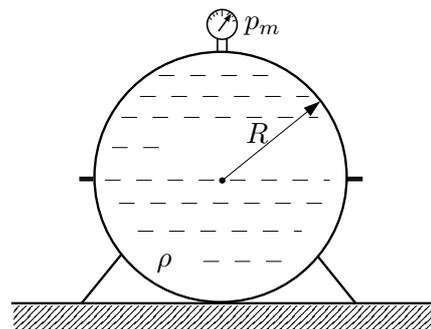


Слика 7. Једанаести задатак.

11. Отвор у косом зиду ( $\alpha = 60^\circ$ ) резервоара је затворен кружним затварачем пречника  $D = 4 \text{ m}$ . У резервоару се налази вода, густине  $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$ . Затварач је монтиран на дубини  $H = 10 \text{ m}$  и то тако да кроз његов хоризонтални пречник пролази осовина O-O око које може да okreће без трења. Затварач се на свом горњем крају ослања на испуст. Одредити минималну вредност обртног момента  $\mathfrak{M}$  којим треба деловати на осовину да би дошло до отварања затварача.
12. Танка квадратна плоча масе  $m = 1500 \text{ kg}$  затвара отвор између две коморе у којима се налази вода на начин приказан на слици. Плоча се једном својом страницом ослања на вертикални зид (тачка M на слици), док се дуж странице означене са O може обртати. Израчунати силу реакције у тачки M. Дати су следећи подаци:  $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$ ,  $a = 60 \text{ cm}$ ,  $b = 80 \text{ cm}$ ,  $h_1 = 2 \text{ m}$  и  $h_2 = 1,5 \text{ m}$ .



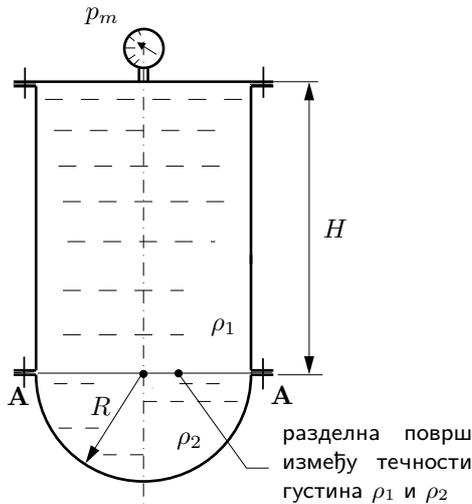
Слика 8. Дванаести задатак.



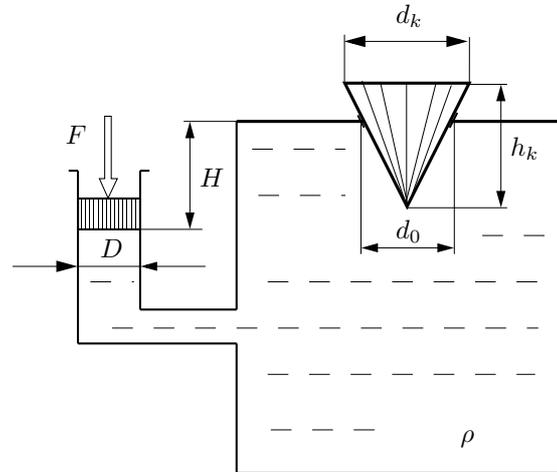
Слика 9. Тринаести задатак.

13. Затворени суд облика сфере полупречника  $R = 0.5 \text{ m}$  потпуно је испуњен течношћу густине  $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$ . Показивање манометра на врху суда је  $p_m = 10 \text{ kPa}$ . Израчунати интензитет силе притиска на доњу половину суда.

14. У цилиндричном суду полупречника  $R = 0.5 \text{ m}$  налазе се две течности густина  $\rho_1 = 800 \text{ kg/m}^3$  и  $\rho_2 = 1000 \text{ kg/m}^3$ , које се не мешају. Одредити силу притиска на полусферно дно А-А резервоара. Показивање манометра је  $p_m = 2 \text{ bar}$ , док је висина  $H = 3 \text{ m}$ .



Слика 10. Четрнаести задатак.



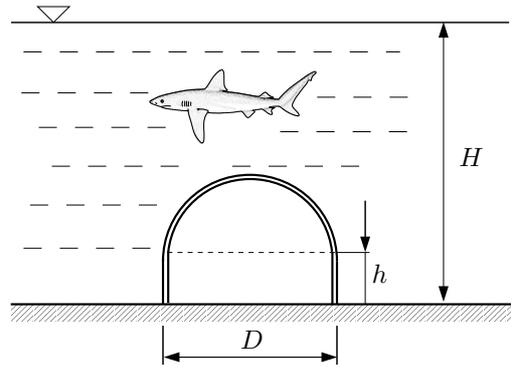
Слика 11. Петнаести задатак.

15. Конусни затварач направљен од материјала густине  $\rho_m = 2500 \text{ kg/m}^3$ , димензија  $d_k = h_k = 500 \text{ mm}$  затвара кружни отвор пречника  $d_0 = 300 \text{ mm}$  који на налази на поклопцу резервоара. У резервоару се налази уље, густине  $\rho = 920 \text{ kg/m}^3$ . Одредити минималну вредност силе  $F$  којом треба деловати на клип занемарљиве масе и пречника  $D = 50 \text{ mm}$  тако да дође до отварања отвора, тј. померања конусног затварача. Позната је и висина  $H = 800 \text{ mm}$ .
16. Балон са топлим ваздухом има укупну масу од  $300 \text{ kg}$  (корпа, материјал од кога је направљен балон и две особе у корпи). Балон ледби на некој висини изнад земљине површине. На тој висини температура околног, атмосферског ваздуха је  $25^\circ\text{C}$ , док је температура ваздуха у балону  $65^\circ\text{C}$ . Претпоставити да је притисак спољашњег ваздуха исти као притисак унутар балона и да он износи  $p = 98 \text{ kPa}$ . Подразумевајући да се облик балона може апроксимирати као сферични, одредити колики треба да буде његов пречник да би он лебдео при задатим условима.



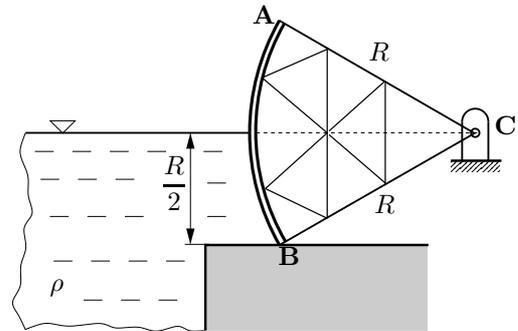
Слика 12. Шеснаести задатак.

17. Тунел за посматрање подводног света налази се на дну океана ( $\rho = 1035 \text{ kg/m}^3$ ), у приобалном делу, на дубини  $H = 15 \text{ m}$ . Одредити силу притиска по метру дужине тунела, ако су његове димензије  $D = 2.5 \text{ m}$  и  $h = 0.5 \text{ m}$ . Сматрати да је притисак ваздуха у тунелу једнак околном, атмосферском притиску.



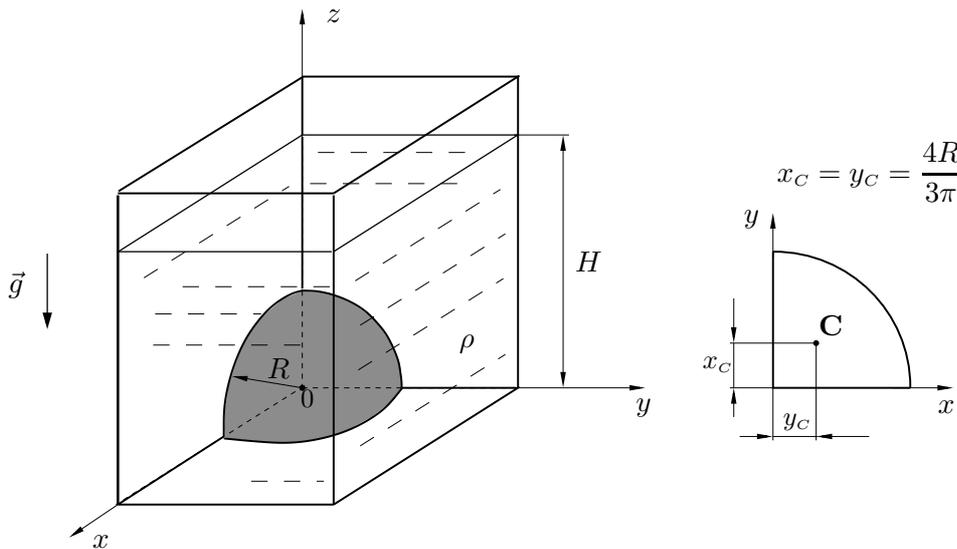
Слика 13. Седмнаести задатак.

18. Устава АВ облика дела омотача цилиндра затвара горњи део преводнице хидроелектране (види слику 4). Ако је  $R = 6\text{ m}$ ,  $b = 4\text{ m}$  (ширина устава, димензија управна на раван пртежа) и  $\rho = 1000\text{ kg/m}^3$ , одредити правац, смер и интензитет силе притиска којом вода делује на уставу. На којој дубини (у односу на ниво воде) се налази нападна тачка те силе? (Упутство: нацртати расподелу елементарних сила притиска које делују на уставу, и на основу тога закључити какав правац и смер мора имати резултујућа сила притиска)



Слика 16. Осамнаести задатак.

19. На дну суда облика квадра налази се сферна љуска - 1/8 омотача сфере. Суд је напуњен водом ( $\rho = 1000\text{ kg/m}^3$ ), до висине  $H = 2\text{ m}$ .



Слика 17. Деветнаести задатак

Одредити силу којом вода делује на сферну љуску, ако је њен полупречник  $R = 0.5\text{ m}$ .